

Bevel gear provided with ridges

Patent number: DE4425496
Publication date: 1995-02-23
Inventor: TAKITA KENJI (JP); SUZUKI YASUHIRO (JP); KIMURA TOSHIO (JP)
Applicant: MITSUBISHI MATERIALS CORP (JP)
Classification:
- international: F16H55/17; F16H55/17; (IPC1-7): F16H55/17
- european: F16H55/17
Application number: DE19944425496 19940719
Priority number(s): JP19930178345 19930719

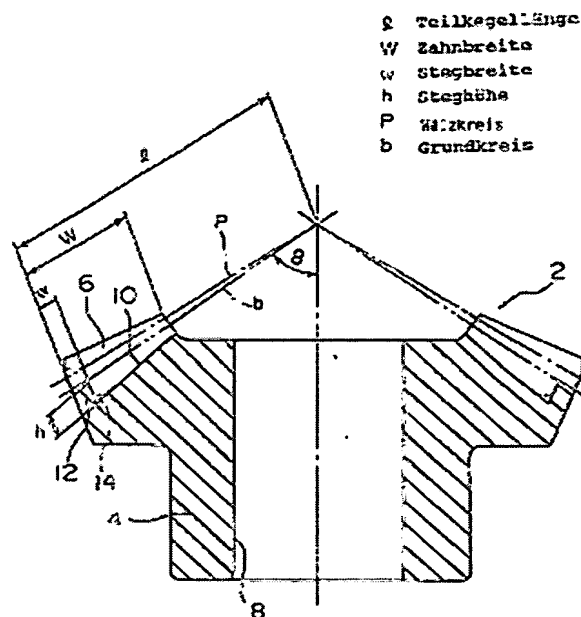
Also published as:

US 5528952 (A1)

Report a data error here

Abstract of DE4425496

The disclosure made is of a bevel gear provided with ridges, the ridges being of minimum size to allow the overall size of the bevel gear to be reduced while at the same time improving the mechanical strength of the said gear. Also disclosed is a bevel gear provided with ridges where loss of the ridges is avoided and the strength of the root provided by the ridges can be maintained while the strength and also the wear resistance of the root and of the tooth surface is further improved. Bevel gears (2, 2a to 2c) provided with ridges are obtained as follows: each of the ridges is designed with a concavely curved surface which is defined by the base cone, enabling the ridge to connect the two adjacent teeth at the root between the teeth at the radial end of the gearwheel. The value obtained by determining the height (h) of the ridges in relation to the module (m) of the gearwheel satisfies the equation $0.2 \leq h/m \leq 0.6$. The value obtained by dividing the width (w) of the ridges along the generating line of the base cone by the width (W) of the gearwheel along the generating line of the base pitch cone furthermore preferably satisfies the equation $0.04 \leq w/W \leq 0.20$. Surface treatment such as carburization and/or nitriding is carried out in a state in which the ridges are coated with a surface treatment inhibitor and, alternatively, the tooth surface and the root but not [...] are ...
Original abstract incomplete.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

BEST AVAILABLE COPY

19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift
10 DE 44 25 496 A 1

51 Int. Cl.:
F 16 H 55/17

31 Aktenzeichen: P 44 25 496.2
22 Anmeldetag: 19. 7. 94
43 Offenlegungstag: 23. 2. 95

DE 44 25 496 A 1

30 Unionspriorität: 22 33 31

19.07.93 JP 5-178345

71 Anmelder:

Mitsubishi Materials Corp., Tokio/Tokyo, JP

74 Vertreter:

Deufel, P., Dipl.-Wirtsch.-Ing.Dr.rer.nat.; Hertel, W.,
Dipl.-Phys.; Rutetzki, A., Dipl.-Ing.Univ.; Rucker, E.,
Dipl.-Chem. Univ. Dr.rer.nat.; Huber, B., Dipl.-Biol.
Dr.rer.nat.; Becker, E., Dr.rer.nat.; Kunig, T.,
Dipl.-Phys. Dr.-Ing.; Steil, C., Dipl.-Ing.,
Pat.-Anwälte, 80331 München

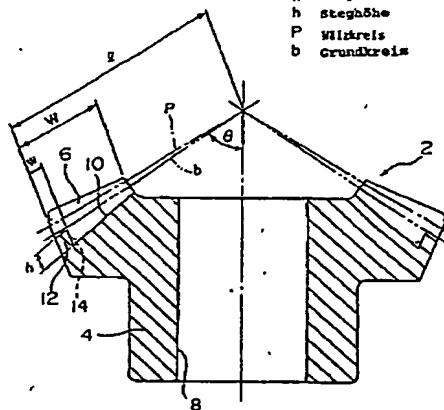
72 Erfinder:

Takita, Kenji, Omiya, Saitama, JP; Suzuki, Yasuhiro,
Omiya, Saitama, JP; Kimura, Toshio, Omiya,
Saitama, JP

54 Mit Stegen versehenes Kegelrad

57 Es wird ein mit Stegen versehenes Kegelrad angegeben, bei welchem Stege minimaler Größe ausgebildet sind, so daß das Kegelrad insgesamt bezüglich der Größe vermindert werden kann, während auch die mechanische Festigkeit des Kegelrades verbessert wird. Weiterhin ist ein mit Stegen versehenes Kegelrad offenbart, bei welchem ein Verlust der Stege vermieden wird und die durch die Stege geschaffene Festigkeit des Fußes aufrechterhalten werden kann, während die Festigkeit als auch die Abnutzungsbeständigkeit des Fußes und der Zahnfläche weiter verbessert wird. Mit Stegen versehene Kegelräder (2, 2a bis 2c) werden wie folgt erhalten: Jeder der Stege wird mit einer konkav gekrümmten Oberfläche ausgebildet, die durch den Grundkegel definiert ist, so daß er die zwei benachbarten Zähne beim Fuß zwischen den Zähnen am radialen Ende des Zahnrades verbinden kann. Der durch Bestimmen der Höhe (h) der Stege in Relation zum Modul (m) des Zahnrades erhaltene Wert erfüllt die Gleichung: $0,2 \leq h/m \leq 0,6$. Weiterhin erfüllt vorzugsweise der durch Teilen der Breite (w) der Stege entlang der Erzeugungsline des Grundkegels durch die Breite (W) des Zahnrades erhaltene Wert die Gleichung: $0,04 \leq w/W \leq 0,20$. Eine Oberflächenbehandlung wie Karburisieren und/oder Nitridieren wird in einem Zustand ausgeführt, bei welchem die Stege mit einem Oberflächenbehandlungshammer überzogen sind und alternativweise werden die Zahnfläche und der Fuß, nicht jedoch ...

g Teilkegellänge
W Zahnbreite
w Stegbreite
h Steghöhe
P Wirkkreis
b Grundkreis



DE 44 25 496 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 12. 94 408 058/437

14/28

1
Beschreibung

Die folgende Erfindung betrifft ein Kegelrad, welches z. B. in einem Differentialgetriebe eines Kraftfahrzeugs verwendet wird, und betrifft insbesondere ein mit Stegen versehenes Kegelrad, welches hinsichtlich der mechanischen Festigkeit verbessert ist durch Ausbilden von Stegen an den radial äußeren Enden des Kegelrades.

Im allgemeinen ist die Festigkeit eines Getriebes ein wichtiger Faktor, wenn man Überlegungen anstrengt, ein Kegelrad zu verkleinern, d. h. ein Kegelradgehäuse zu verkleinern, oder wenn man in Erwägung zieht, ein solches Getriebe für Maschinen mit Hochleistungsmotoren zu verwenden.

Die Festigkeit eines Kegelrades ist generell zur Größe und zu den Kosten des Rades proportional. Demgemäß besteht ein aktuelles bemerkenswertes Problem darin, wie man ein Kegelrad mit einer vorbestimmten Festigkeit erhalten kann, ohne daß es erforderlich ist, dieses Rad zu vergrößern.

Um das obige Problem zu lösen, ist, wie in der japanischen Patentoffenlegung Nr. 63-215329 offenbart, ein mit Stegen versehenes Kegelrad entwickelt worden, bei welchem die mechanische Festigkeit des Kegelrades verbessert ist durch Ausbilden von Stegen an den radialen äußeren Enden des Kegelrades.

Das Kegelrad, welches in der obigen Patentveröffentlichung offenbart ist, soll verkleinerbar sein und zur selben Zeit eine verbesserte mechanische Festigkeit haben.

Viele Beschädigungen von Getrieben bzw. Zahnradern bzw. Kegelrädern ergeben sich aus dem Verlust eines Zahnes aufgrund von Biegung oder aus Grübchenbildung ("pitting") und/oder Rillenbildung ("scoring") der Zahnoberfläche. Um solche Schäden zu vermeiden, sind viele Versuche unternommen worden, die Festigkeit der Zahnoberfläche und der Fußhöhe bzw. des Bereiches der Fußhöhe zu verbessern. Wenn im Bereich der Fußhöhe eine Biegung auftritt, wird keine Leistung übertragen, so daß das Kegelrad nicht geeignet arbeiten kann. Um eine solche Biegung zu verhindern, ist, um die Belastung im Bereich der Fußhöhe zu vermindern und dessen Festigkeit zu verbessern, ein mit Stegen versehenes Kegelrad in die Praxis umgesetzt worden, welches Stege an radial äußeren Enden ausgebildet hat.

Ein derartiges herkömmliches Kegelrad bringt jedoch die folgenden Probleme mit sich.

Als ein Beispiel von herkömmlichen Kegelrädern, welche die Belastung im Bereich der Fußhöhe vermindern, ist ein mit der Bezugsziffer 30 angegebenes, mit Stegen versehenes Kegelrad in Fig. 7 gezeigt. Ein solches Kegelrad muß generell schwerer sein als herkömmliche Kegelräder ohne Stege und weiterhin muß die Zahntragfläche einwärts versetzt werden, um Störungen mit dem kämmenden Kegelrad zu vermeiden. Im Ergebnis ist das Übertragungsdrehmoment vermindert und weiterhin ist die Lastkapazität nicht erhöht wie erwartet.

Bei einem Kegelrad, welches in Fig. 8 mit der Bezugsziffer 32 gezeigt ist und welches mit Stegen an der Rückseite versehen ist, sind die Abmessungen vergrößert und die Kegelradgehäusegröße ist demgemäß erhöht, was eine Zunahme des Gewichtes des Differentialgetriebes mit sich bringt.

Weiter muß bei einem Kegelrad, welches in Fig. 9 mit der Bezugsziffer 34 gezeigt ist und welches mit Stegen

2

versehen ist, um den Bereich der Kopfhöhe bzw. die Kopfhöhe entlang dem Rücken des Kegels abzudecken, der Durchmesser des Kegelrades erhöht werden, um die Störungen mit dem kämmenden Kegelrad zu vermeiden, wodurch eine Zunahme des Gewichtes des Kegelrades bedingt ist, wie in dem oben beschriebenen Fall des vorherigen Kegelrades.

Auf der Grundlage des mit Stegen versehenen Kegelrades, welches in dem obigen offengelegten Patent offenbart ist, haben die vorliegenden Erfinder die Festigkeit des Kegelrades geprüft durch Verändern der Form der Stege, und zwar mittels Experiment und Berechnungen, wobei der folgende Punkt entdeckt wurde. Wenn die Form, die Höhe und die Breite des Steges bzw. der Stege jeweils innerhalb vorbestimmter Bereiche eingestellt sind, ist die mechanische Festigkeit des Kegelrades verbessert, was eine großemäßige Reduzierung des Kegelrades ermöglicht. Die vorliegende Erfindung basiert auf dieser sogenannten Entdeckung.

Demgemäß besteht eine erste Aufgabe der vorliegenden Erfindung darin, ein mit Stegen versehenes Kegelrad anzugeben, welches Stege hat, die in einer minimalen Größe ausgebildet sind, so daß das Kegelrad großemäßig reduziert werden kann und auch die mechanische Festigkeit verbessert werden kann.

Um die obige erste Aufgabe zu erzielen, schafft die vorliegende Erfindung ein mit Stegen versehenes Kegelrad, wobei Stege an dem radial äußeren Ende des Kegelrades ausgebildet sind, dadurch gekennzeichnet, daß der durch Bestimmen der Höhe (h) von jedem Steg von der Fußhöhe in Relation zu dem Modul (m) des Kegelrades erhaltene Wert die folgende Gleichung (1) erfüllt:

$$0,2 \leq h/m \leq 0,6 \quad (1)$$

Die Stege können vorzugsweise mit einer konkav gekrümmten Oberfläche bzw. Fläche ausgebildet sein, welche definiert ist durch Schnittpunkte des Grundkreises mit den radial äußeren Enden jeweiliger zwei benachbarter Zähne. Wenn es schwierig ist, die Verbindung zwischen der Zahnoberfläche und dem Steg zu glätten, z. B. bei einem kleinen Kegelrad mit einer kleinen Fußhöhe, kann die Verbindung von dem Grundkreis versetzt sein, um die Verbindung zwischen den zwei Abschnitten zu glätten.

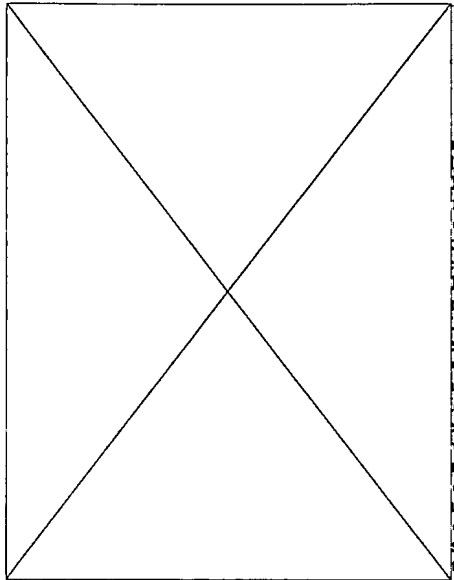
Weiter ist es von Vorzug, die Breite (w) von jedem der Stege, und zwar gemessen von der hinteren Kegelkante in Richtung parallel zur Erzeugungslinie des Grundkegels, in Relation zu der Breite (W) des Kegelrades zu bestimmen, und zwar gemessen entlang der Erzeugungslinie des Grundteilkogels, so daß die folgende Gleichung (2) erfüllt wird:

$$0,04 \leq w/W \leq 0,20 \quad (2)$$

Das Kegelrad des bekannten Typs hat jedoch weiterhin das folgende Problem:

Um die Abnutzungsbeständigkeit und Festigkeit des Kegelrades zu verbessern, wird das Kegelrad generell einer Karburierung/Härtung, einer Strahlverfestigung und/oder dergleichen unterzogen, nachdem es geschnitten bzw. in Form gebracht ist. Eine Oberflächenbehandlung wie eine Karburierung/Härtung wird ausgeführt, obwohl das Kegelrad mit Stegen versehen ist, um die Festigkeit der Zahnoberfläche und des Bereiches der Fußhöhe zu verbessern.

Ein kleines Kegelrad, welches mit kleinen Stegen ver-



rtet bzw. durchgehärtet
, nachdem sie karburiert
h das Problem von Steg-
ren Enden der Stege auf-
olliert werden, nachdem
daß die Stege mit vorbe-
bildet werden können,
h leicht auf. Wenn eine
rt wird, um eine Rest-
ahnoberfläche und den
n, besteht für die Stege
werden. Wenn, wie oben
Stegen auftritt, können
icht erzielen, was dazu
er Festigkeit des Berei-
wird.

rung der Festigkeit des
das Vorsehen von den
ach weiteren Verbesse-
oberfläche und des Be-
solchen Fall ist es auch
tege zu vermeiden und

die Wirkung des Verbesserns der Festigkeit des Berei-
ches der Fußhöhe aufrechtzuerhalten, welche durch das
Vorsehen der Stege erhalten ist.

Demgemäß besteht eine zweite Aufgabe der vorlie-
genden Erfindung darin, ein mit Stegen versehenes Ke-
gelrad anzugeben, welches erhalten wird durch Ausbil-
den von Stegen derart, daß ein Verlust der Stege ver-
mieden werden kann, wodurch die Wirkung des Verbes-
serns der Festigkeit des Bereiches der Fußhöhe durch
das Vorsehen der Stege aufrechterhalten wird, was zu
weiteren Verbesserungen der Festigkeit als auch einer
Zunahme der Abnutzungsbeständigkeit der Zahnober-
fläche und des Bereiches der Fußhöhe führt.

Um die obige zweite Aufgabe zu erzielen, erfährt das
mit Stegen versehene Kegelrad der vorliegenden Erfin-
dung eine Oberflächenbehandlung wie eine Karburie-

(m) des Kegelrades so bestimmt, damit die folgende
Gleichung (1) erfüllt wird:

$$0,2 \leq h/m \leq 0,6 \quad (1)$$

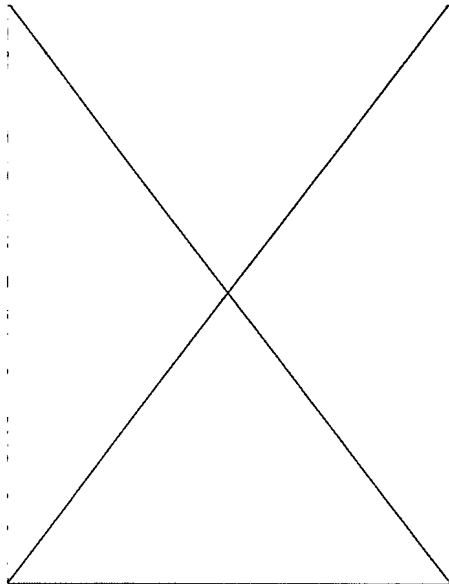
und somit kann die Belastung bzw. Spannung in der
Fußhöhe bzw. im Bereich der Fußhöhe minimiert wer-
den.

Mit anderen Worten wird gewöhnlich angenommen,
daß eine Spannung im Bereich der Fußhöhe um so ge-
ringer ist, je größer die Höhe der Stege ist und daß die
mechanische Festigkeit des Kegelrades um so mehr er-
höht ist. Gemäß einem von den vorliegenden Erfindern
ausgeführten Experiment wurde jedoch bestätigt, daß
es einen gewissen optimalen Bereich der Höhe der
Stege gibt, um eine Belastung bzw. Spannung im Be-
reich der Fußhöhe zu minimieren. Somit ist es nicht
notwendig, die Stege so hoch auszubilden, daß es not-
wendig würde, die Abmessungen des Kegelrades zu er-
höhen, was auch Störungen mit einem anderen Kegel-
rad verursachen könnte, welches mit einem derartigen
Kegelrad in Eingriff steht. Somit kann das Kegelrad
verkleinert werden.

Gemäß dem mit Stegen versehenen Kegelrad der
vorliegenden Erfindung sind die Anfangspunkte und
Form der Stege bestimmt durch das Modul, die Zahn-
zahl, den Eingriffswinkel und die Zahnbreite des Kegel-
rades. Die Beziehung der Zahnzahl z , des Stürneingriffs-
winkels bzw. Eingriffswinkels α und des Durchmessers
des Grundkreises dg in Relation zum Modul m kann
durch die folgende Gleichung (3) ausgedrückt werden:

$$m = dg/z \cdot \cos \alpha \quad (3)$$

Die vorliegenden Erfinder haben folgendes herausge-
funden. Die Stege sind z. B. durch den Grundkreis defi-
niert, der als die Startpunkte verwendet wird, und sind
gemäß Faktoren wie der Zahnzahl und dem Modul ge-
formt und weiterhin gemessen und angeordnet gemäß



wärts versetzt werden. und Höhe der Stege vor, beginnt die im Bereich zuzunehmen.

Fußhöhe als auch die, die in Höhenrichtung r Zähne wirken, welche tel bestimmt werden, ist eine ausreichende Steifig- 10 nente der obigen Kräfte die den Stegen zugeord- nenden Erfinder herausge- le Bereiche der Abmes- estigkeit des Kegelrades

inem kreisförmigen Bor- ch den Grundkreis, und st, so daß die Abmessun- gen optimalen Bereiche 15 mmessungen können die Bereich der Kopfhöhe nenden Kegelrades ist en, was hinreichend Stö- rungen zwischen den zwei Kegelrädern verhindern kann, was die Notwendigkeit eliminiert, die Abmessun- gen und Konstruktion des Getriebegehäuses vollständig zu verändern. Da die Festigkeit des Bereiches der Fuß- höhe verbessert ist, können die Zähne davor geschützt werden, gegenüber dem Bereich der Fußhöhe gebogen zu werden, oder es kann mit anderen Worten das Über- tragungsdrehmoment erhöht werden.

Durch Experiment und Analyse der Festigkeit durch die vorliegenden Erfinder wurde bestätigt, daß gemäß dem mit Stegen versehenen Kegelrad die Höhe und Breite der Stege so zu definieren sind, daß sie die Gleichung (1) erfüllen, so daß die Festigkeit des Bereiches der Fußhöhe maximiert werden kann. Es wird mit anderen Wort herkömmlicherweise angenommen, daß die Spannung im Bereich der Fußhöhe um so geringer ist, je größer die Höhe und Breite der Stege ist, und die mechanische Festigkeit des Kegelrades um so mehr erhöht ist. Gemäß dem Experiment der vorliegenden Erfinder wurde jedoch bestätigt, daß es gewisse Bereiche von Höhe und Breite der Stege gibt, um die Festigkeit des Bereiches des Fußhöhe zu maximieren.

Gemäß dem mit Stegen versehenen Kegelrad der vorliegenden Erfindung wird eine Oberflächenbehandlung wie eine Karburierung und/oder Nitridierung in einem Zustand ausgeführt, bei welchem die Stege mit einem Oberflächenbehandlungshemmer überzogen sind, was die Stege davor schützt, gehärtet und/oder 25

Gleiche findet Anwendung auf die Hertz'sche Spannung. Daher wird die Dicke der harten Schicht definiert durch ein gewisses Verhältnis der obigen zwei Faktoren.

Nachfolgend werden bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung unter Bezugnahme auf die beigefügte Zeichnung beschrieben.

Fig. 1 ist eine schematische Schnittansicht eines mit Stegen versehenen Kegelrades gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 2 ist eine schematische perspektivische Ansicht des in Fig. 1 gezeigten Steges;

Fig. 3(A) und 3(B) sind Diagramme des Verhältnisses der Festigkeit über der dimensionslosen Höhe bzw. Breite des Steges;

Fig. 4 ist eine schematische Schnittansicht eines mit Stegen versehenen Kegelrades gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 5 ist eine schematische Schnittansicht eines mit Stegen versehenen Kegelrades gemäß noch einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 6 ist eine schematische Schnittansicht eines mit Stegen versehenen Kegelrades gemäß noch einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 7 ist eine schematische Schnittansicht eines ersten Beispiels eines herkömmlichen mit Stegen versehenen Kegelrades, welches erhalten wird unter Ausbildung von Stegen an dem radial äußeren Ende des Kegelrades;

Fig. 8 ist eine schematische Schnittansicht eines zweiten Beispiels eines herkömmlichen mit Stegen versehenen Kegelrades, welches erhalten wird durch Ausbilden von Stegen an dem radial äußeren Ende des Kegelrades; und

Fig. 9 ist eine schematische Schnittansicht eines dritten Beispiels eines herkömmlichen mit Stegen versehenen Kegelrades, welches erhalten wird durch Ausbilden von Stegen, die die Kopfhöhe entlang dem Rücken des Kegels abdecken.

Wie es in Fig. 1 dargestellt ist, wird ein bei dieser Ausführungsform generell mit 2 bezeichnetes Kegelrad z. B. durch ein Schmiedeverfahren geformt und umfaßt eine Nabe 4 und eine Vielzahl von Zähnen 6, welche am Außenumfang der Nabe 4 abgeschrägt bzw. konisch sind. Ein Loch bzw. eine Bohrung 8 zum Aufnehmen einer Welle oder dergleichen ist am Innenumfang der Nabe 4 ausgebildet.

Die vorliegende Erfindung ist nicht auf die bestimmte Form und Abmessung des Kegelrades 2 begrenzt. Bei dieser Ausführungsform sind jedoch folgende Bedingungen gegeben: Zahnzahl 16; Kegelstrecke 1 entlang der Erzeugungslinie P des Grundwälzkegels (nachste-

zwischen dem Steg 12 und den Zähnen 6 minimiert ist. Der Radius R ist zur Ausbildung eines Kegelbogens durch drei Punkte bestimmt, d.h. zwei Punkte des Grundkegels b, der die benachbarten Zähne schneidet, und ein Punkt der Höhe h des Steges ausgehend von der Fußhöhe, wobei der Radius R bei dieser Ausführungsform 5,4 mm beträgt.

Bei dem mit Stegen versehenen Kegelrad 2, welches in der obigen Form und mit den genannten Abmessungen ausgebildet ist, wurde die Höhe h des Steges 12 variiert, um den optimalen Wert zu bestimmen. Die Ergebnisse sind in Fig. 3(A) gezeigt. Unter Bezugnahme auf Fig. 3(A) wurde die Höhe h des Steges in Relation zu dem Modul m des Kegelrades so bestimmt, daß sie dimensionslos wurde. Eine Veränderung des Verhältnisses der Festigkeit wurde in Relation zur dimensionslosen Höhe h/m geprüft. Das Verhältnis der Festigkeit eines Kegelrades, welches unter denselben Umständen geformt wurde wie das Kegelrad bei dieser Ausführungsform, welches jedoch nicht mit Stegen versehen war, wurde zu 1 gesetzt. Dann wurde das Verhältnis der Festigkeit des Kegelrades in Bezug auf die Höhe h bei dieser Ausführungsform bestimmt.

Wie es aus Fig. 3(A) zu sehen ist, wurde herausgefunden, daß der Steg eine optimale Höhe h hat, so daß die Spannung im Bereich der Fußhöhe minimiert und das Verhältnis der Festigkeit maximiert werden kann. Somit ist verifiziert, daß der Bereich der dimensionslosen Höhe h/m die folgende Gleichung (1) erfüllen sollte, damit das Verhältnis der Festigkeit auf etwa 1,5 oder mehr eingestellt ist:

$$0,2 \leq h/m \leq 0,6 \quad (1)$$

Die spezifische Höhe h des Steges 12 ist bei dieser Ausführungsform vorzugsweise etwa 3 mm.

Bei dem mit Stegen versehenen Kegelrad 2, welches mit der obigen Form und den oben genannten Abmessungen ausgebildet ist, wurde die Breite w des Steges 12 entlang dem Grundkegel b variiert, um den optimalen Wert zu bestimmen. Die Ergebnisse sind in Fig. 3(B) gezeigt. Unter Bezugnahme auf Fig. 3(B) wurde die Breite w des Steges 12 in Relation zu der Breite W des Zahnes 6 entlang des Wälzkegels P bestimmt, so daß sie dimensionslos wurde. Eine Veränderung im Verhältnis der Festigkeit wurde in Relation zu der dimensionslosen Breite w/W geprüft. Das Verhältnis der Festigkeit eines unter denselben Zuständen geformten Kegelrades wie das Kegelrad dieser Ausführungsform zu dem vorherigen Kegelrad, welches nicht mit Stegen versehen war, wurde zu 1 gesetzt. Dann wurde das Verhältnis der Festigkeit des Kegelrades mit der Breite w dieser Ausführungsform bestimmt.

Fig. 3(B) zeigt eine charakteristische Kurve, wenn die dimensionslose Höhe h/m 0,42 ist.

Wie es aus Fig. 3(B) zu sehen ist, ist verifiziert, daß der Steg eine optimale Breite w hat, so daß die Spannung in dem Bereich der Fußhöhe minimiert und das Verhältnis der Festigkeit maximiert werden kann. Es wurde somit bestätigt, daß der Bereich der dimensionslosen Breite w/W die folgende Gleichung (2) erfüllen sollte, damit das Verhältnis der Festigkeit etwa 1,5 oder mehr beträgt, wenn die dimensionslose Höhe h/m 0,42 beträgt:

$$0,04 \leq w/W \leq 0,20 \quad (2)$$

Es wurde mit anderen Worten herkömmlicherweise angenommen, daß die Spannung im Bereich der Fußhöhe

um so geringer und die mechanische Festigkeit des Kegelrades um so mehr verbessert würden, je größer die Breite des Steges ist. Gemäß dem von den vorliegenden Erfindern ausgeführten Experiment wird jedoch verifiziert, daß es einen gewissen optimalen Bereich der Breite des Steges gibt, um die Spannung im Bereich der Fußhöhe zu minimieren. Es ist somit nicht notwendig, den Steg so breit auszubilden, daß es notwendig wäre, die Abmessungen des Kegelrades zu erhöhen, was auch Störungen mit einem anderen Kegelrad verursachen könnte, welches mit einem derartigen Kegelrad in Eingriff steht. Aufgrund dieser Tatsache kann das Kegelrad größenmäßig verkleinert werden. Die bestimmte Breite w des Steges 12 ist bei dieser Ausführungsform vorzugsweise etwa 2 mm.

Bei dieser Ausführungsform gibt das Vorsehen der Stege 12 Anlaß für eine Forderung, zu vermeiden, daß das Kegelrad ein kämmendes Kegelrad stört. Somit wird der Bereich der Kopfhöhe des kämmenden Kegelrades teilweise aus- bzw. abgeschnitten und die Zahnstützfläche wird leicht nach innen bewegt. Ein Verlust des Übertragungsdrehmomentes aufgrund der Bewegung der Zahnstützfläche ist in Fig. 3(B) gezeigt. Wie es aus Fig. 3(B) zu sehen ist, nimmt das Übertragungsdrehmoment nur um etwa 1,5% ab, welche Abnahme hinreichend durch die Tatsache kompensiert werden kann, daß die Festigkeit des Bereiches der Fußhöhe verbessert ist. Somit verschlechtert die Ausbildung der Stege im wesentlichen keine andere Funktion des Kegelrades.

Es gibt bei dieser Erfindung keine bestimmte Beschränkung auf eine spezifische Form oder Abmessungen der für das Kegelrad vorgesehenen Stege. Es ist z. B. natürlich möglich, eine Rippe 14 mit einer Rundung lang wie der Radius R der Hohlkehlkurve der Fußhöhe auszubilden, um die Fußhöhe bzw. den Bereich der Fußhöhe und den Steg zu verbinden. Der kreisförmige Bogen mit einem Radius R, wie in Fig. 2 gezeigt, kann in einer anderen Form ausgebildet sein, um die Spannungskonzentration zu mindern bzw. lindern, und zwar z. B. in der Form einer Bogenfolge bzw. eines Bogenzuges. Die Breite w des Steges 12 kann durch die kleinstmögliche herzustellende Breite bestimmt sein, als auch gemäß Gleichung (2).

Weiterhin kann, wie es in Fig. 4 gezeigt ist, die vorliegende Erfindung als ein Kegelrad modifiziert sein, welches generell mit der Bezugsziffer 2a versehen ist, und zwar derart, daß eine hintere Fläche 20 eines Steges 12a senkrecht zu dem Grundkegel b ausgebildet ist. Dieselben Bestandteile der in Fig. 4 gezeigten Ausführungsform wie jene, die in Fig. 1 gezeigt sind, sind mit gleichen Bezugsziffern versehen und deren Beschreibung wird hier nicht vorgenommen.

Nunmehr wird eine Ausführungsform beschrieben, die erhalten wird durch Oberflächenbehandlung des Kegelrades, welches mit den Stegen versehen ist, die in der oben beschriebenen Form ausgebildet sind.

Bei dem mit Stegen versehenen Kegelrad, welches generell mit der Bezugsziffer 2b versehen ist, und zwar, wie es in Fig. 5 dargestellt ist, werden die Höhe h und die Breite w eines Steges 12b jeweils auf die optimalen Bereiche eingestellt, um die obigen Gleichungen (1) bzw. (2) zu erfüllen. Hierdurch wird die Festigkeit des Bereiches der Fußhöhe verbessert. Das Kegelrad 2b wird durch ein Schmiedeverfahren ausgebildet, wobei das Basismaterial aus Stahl gebildet ist. Wenn der Stahl jedoch direkt karburisiert und gehärtet wird, werden einige Kegelräder, insbesondere mit Stegen versehene kleine Kegelräder gehärtet und werden spröde und so-

mit besteht die Möglichkeit, daß die Stege Schaden nehmen.

Wie es in Fig. 5 dargestellt ist, wird vor dem Karburisieren/Härten als ein Beispiel einer Oberflächenbehandlung hinsichtlich des Verbesserens der Festigkeit als auch der Abnutzungsfestigkeit der Zahnoberfläche und des Bereiches der Fußhöhe ein Oberflächenbehandlungshemmer 21 auf den Steg 12b aufgebracht. Ein herkömmlich erhältliches B203 Anti-Karburisierungsmittel kann als ein Oberflächenbehandlungshemmer 21 verwendet werden. Darauf folgend wird in dem Zustand, bei welchem der Steg 12b mit dem Oberflächenbehandlungshemmer 21 überzogen ist, eine vorbestimmte Karburisierungsbehandlung bei einer Temperatur von etwa 930°C durchgeführt und die Temperatur wird dann auf etwa 850°C abgesenkt. Nachdem das Kegelrad für etwa 30 Minuten so belassen wird, ist es gehärtet.

Wenn das Karburisieren/Härten gemäß dem oben beschriebenen Prozeß durchgeführt wird, entstehen Verbesserungen hinsichtlich der Festigkeit als auch der Abnutzungsbeständigkeit der Zahnoberfläche und des Bereiches der Fußhöhe und zur selben Zeit wird der Steg 12b aufgrund des Oberflächenbehandlungshemmers 21 davor geschützt, karburisiert zu werden, wodurch verhindert wird, daß der Steg 12b gehärtet wird und spröde wird, und somit ein Verlust des Stegs 12b vermieden wird.

Das mit Stegen versehene Kegelrad 2b, bei welchem verhindert ist, daß die Stege 12b oberflächenbehandelt werden, ist somit frei von Verlusten an Stegen 12b, womit das Kegelrad vollständig den verfolgten Zweck erfüllt, und zwar unter Beibehaltung der Festigkeit des Bereiches der Fußhöhe und gleichzeitiger Verbesserung der Abnutzungsbeständigkeit.

Da der Steg 12b nicht in Kontakt mit einem kämmenden Kegelrad ist, ist es nicht erforderlich, eine so hohe Abnutzungsbeständigkeit zu haben, wie sie für die Zahnoberfläche gefordert ist. Statt dessen ist es hinreichend, daß der Steg 12b in der Lage ist, eine Teilkraft abzustützen bzw. aufzunehmen, die auf den Zahn wirkt. Obwohl bei dieser Ausführungsform verhindert wird, daß der Steg 12b karburisiert wird, wird die Festigkeit der Zahnoberfläche und des Bereiches der Fußhöhe nicht vermindert.

Wenn der Steg 12b so klein ist, daß er einer Beschränkung hinsichtlich der Herstellungsbedingungen ausgesetzt ist, wird die Kegelstrecke am radial äußeren Ende des Kegelrades verlängert bzw. erweitert und der Steg 12b wird anfangs dick ausgebildet. Hiernach ist es notwendig, das äußere Ende auf einer Drehbank zu drehen und zu polieren, so daß die Höhe h und die Breite w des Stegs 12b die obenstehenden Gleichungen (1) und (2) erfüllen können. In solch einem Fall wird auch verhindert, daß der Steg 12b karburisiert wird, und zwar aufgrund des Oberflächenbehandlungshemmers 21, wenn das Karburisieren/Härten an dem Kegelrad ausgeführt wird, womit die Gefahr von Verlusten an Stegen 12b eliminiert wird, wenn das äußere Ende auf der Drehbank gedreht und poliert wird. Hierdurch wird die Festigkeit des Bereiches der Fußhöhe aufrechterhalten und auch die Abnutzungsbeständigkeit verbessert.

Es ist anzumerken, daß die obigen Ausführungsformen zum Zwecke eines einfachen Verständnisses beschrieben sind und nicht die vorliegende Erfindung beschränken sollen. Zum Beispiel kann die Oberflächenbehandlung, die an den Abschnitten des Kegelrades, nicht jedoch an den Stegen durchgeführt wird, eine Nitridierungsbehandlung, Flammsspritzung als auch das obige

Karburisieren/Härten einsetzen bzw. verwenden. Ein mit Stegen versehenes Kegelrad kann mit einer harten Schicht gemäß der oben angegebenen Nitridierungsbehandlung oder Flammsspritzung als auch durch das obige Karburisieren/Härten überzogen bzw. beschichtet werden. Die vorliegende Erfindung ist auch anwendbar auf ein Kegelrad, bei welchem das Grundmaterial bzw. Körpermaterial und die harte Schicht aus anderen Materialien ausgebildet werden.

Wie es aus der vorstehenden Beschreibung ersichtlich wird, bietet die vorliegende Erfindung die folgenden Vorteile.

Die Stege können mit minimaler Größe ausgebildet werden, so daß das Kegelrad insgesamt größtmäßig reduziert und gewichtsmäßig erleichtert werden kann, wodurch insgesamt die mechanische Festigkeit des Kegelrades verbessert wird.

Das mit Stegen versehene Kegelrad kann einer Oberflächenbehandlung unterzogen werden, wie Karburisieren und/oder Nitridieren, und zwar mit Ausnahme der Stege, welche mit einem Oberflächenbehandlungshemmer beschichtet werden, wodurch ein Verlust der Stege vermieden wird und wodurch die Festigkeit des Bereiches der Fußhöhe durch die Schaffung der Stege beibehalten und die Abnutzungsbeständigkeit erhöht werden kann.

Das mit Stegen versehene Kegelrad kann erhalten werden durch Überziehen der Fläche des Bereiches der Fußhöhe mit einer harten Schicht, welche aus einem besonders harten Material ausgebildet ist. In einem solchen Fall kann zusätzlich zu einer Verbesserung der Festigkeit des Bereiches der Fußhöhe durch das Vorsehen der Stege die maximale Biegespannung, die in der Zahnoberfläche auftritt, und zwar auf der Grundlage des Übertragungsdrehmomentes, durch das besonders harte Material getragen bzw. aufgenommen werden. Im Ergebnis kann der Zahn mit einer hinreichenden Festigkeit ausgestattet werden, um eine solche Biegebelastung bzw. Biegespannung aufzunehmen, wenn das die Biegespannung hervorrufoende Übertragungsdrehmoment groß ist. Somit kann ein mit Stegen versehenes Kegelrad erhalten werden, welches leichtgewichtig ist und hohe Drehmomente übertragen kann.

Da die Stege nicht mit einer harten Schicht überzogen werden, ist es möglich, ein Kegelrad zu erhalten, bei welchem ein Verlust der Stege vermieden wird, so daß die Festigkeit des Bereiches der Fußhöhe beibehalten werden kann durch die Schaffung der Stege, während die Festigkeit als auch die Abnutzungsbeständigkeit der Zahnoberfläche und des Bereiches der Fußhöhe durch die harte Schicht verbessert ist.

Patentansprüche

1. Mit Stegen versehenes Kegelrad (2), dessen Stege (12) am radial äußeren Ende ausgebildet sind, dadurch gekennzeichnet, daß der durch Ermitteln der Höhe (h) von jedem der Stege (12) ausgehend vom Fuß bzw. der Fußhöhe (10) in Relation zu dem Modul (m) des Rades (2) erhaltene Wert die folgende Gleichung (1) erfüllt:

$$0,2 \leq h/m \leq 0,6 \quad (1)$$

2. Kegelrad gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß jeder der Stege (12) mit einer konkav gekrümmten Oberfläche ausgebildet ist, die durch die Schnittpunkte des Grundkreises (b) mit den ra-

dial äußeren Enden der jeweiligen zwei benachbarten Zähne (6) definiert ist.

3. Kegelrad gemäß einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die von der hinteren Kegellinie in Richtung parallel zur Erzeugungslinie (P) eines Grundkegels gemessene Breite (w), von jedem der Stege (12) in Relation zur entlang der Erzeugungslinie eines Grundwälzkegels gemessenen Breite (W) des Rades (2) die folgende Gleichung (2) erfüllt:

$$0,04 \leq w/W \leq 0,20 \quad (2)$$

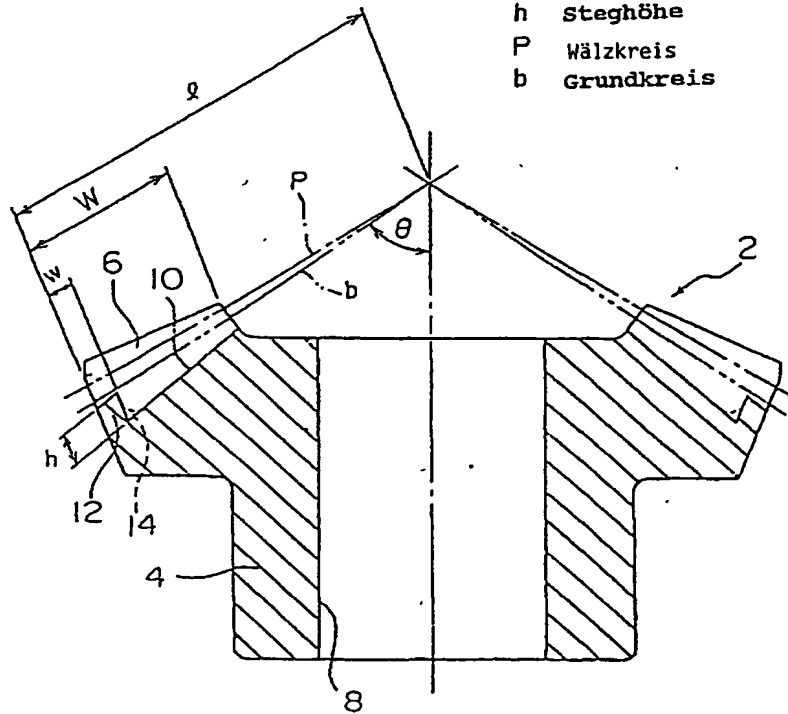
4. Kegelrad, insbesondere gemäß einem der Ansprüche 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Kegelrad einer Oberflächenbehandlung wie Karburisieren und/oder Nitridieren in einem Zustand unterzogen worden ist, bei welchem die Stege (12) mit einer Oberflächenbehandlungshemmer (21) überzogen sind.

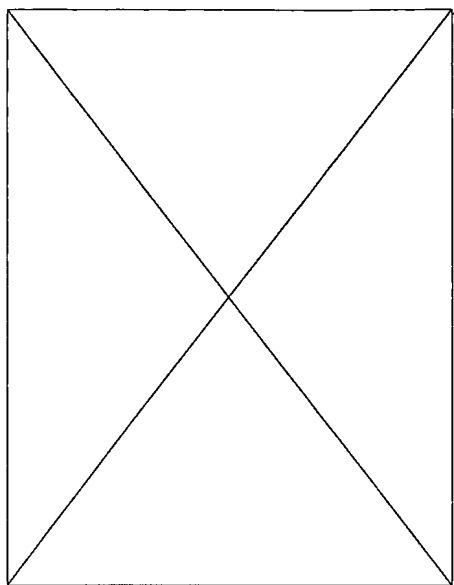
5. Kegelrad gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Fläche des Fußes bzw. des Bereiches der Fußhöhe (10) mit einer harten Schicht überzogen bzw. versehen ist.

Hierzu 7 Seite(n) Zeichnungen

FIG. 1

l Teilkegellänge
 W Zahnbreite
 w Stegbreite
 h Steghöhe
 P Wälzkreis
 b Grundkreis





Nummer:

DE 44 25 496 A1

Int. Cl.®:

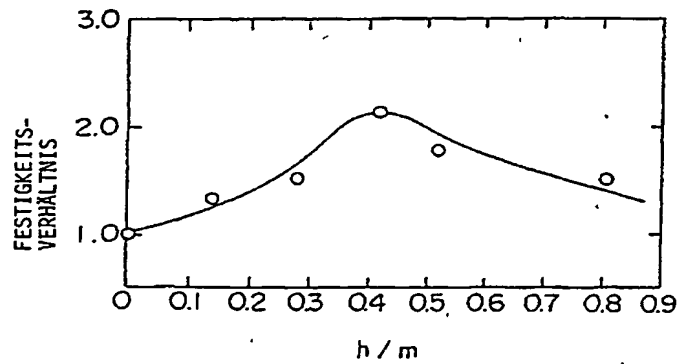
F 16 H 55/17

Offenlegungstermin:

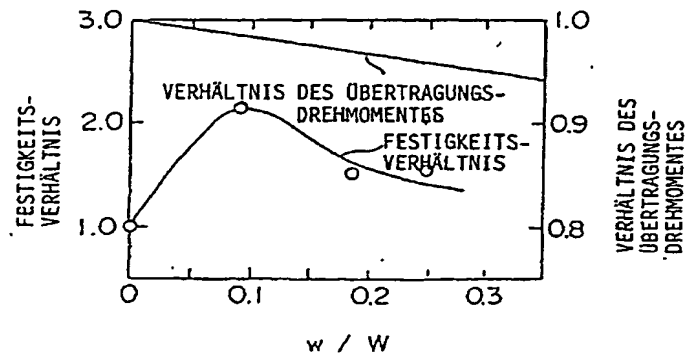
22. Februar 1995

FIG. 3

m : Modul
 W : Zahnbreite
 h : Steghöhe
 w : Stegbreite



(A)



(B)

FIG. 4

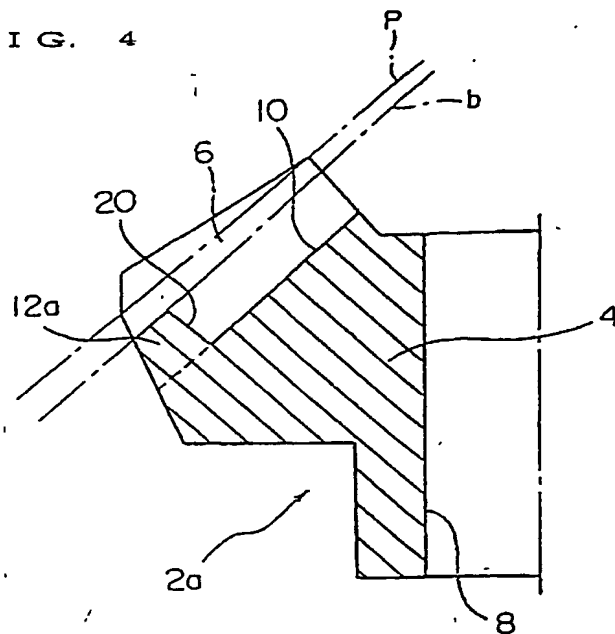


FIG. 5

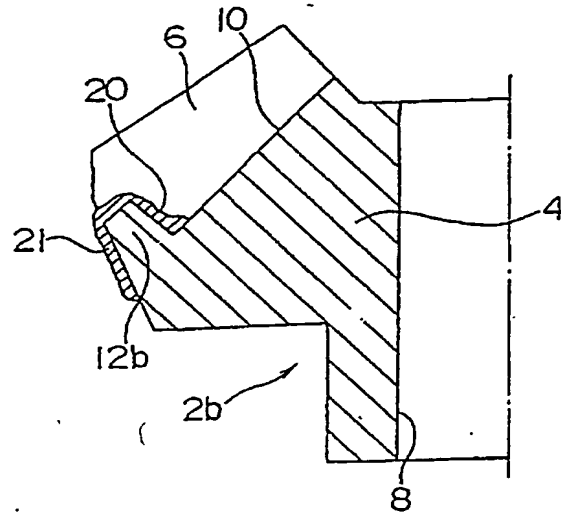


FIG. 6

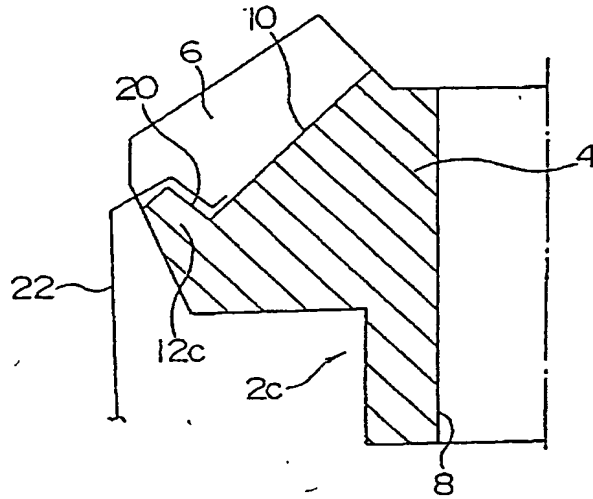


FIG. 7

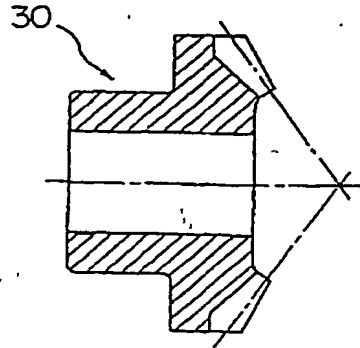


FIG. 8

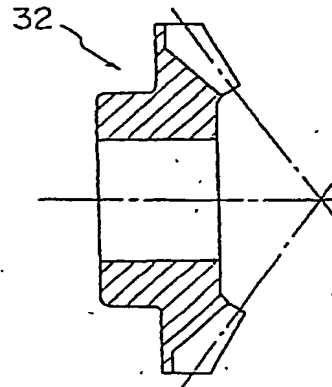
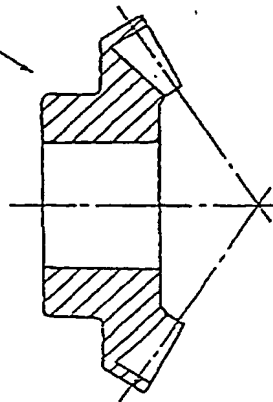


FIG. 9

34



This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning Operations and is not part of the Official Record.

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.